

10/509126

PCT/JP 02/03979

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

23.03.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 3月28日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-090296

[ST.10/C]:

[JP2002-090296]

出 願 人
Applicant(s):

株式会社東芝

REC'D 20 JUN 2003

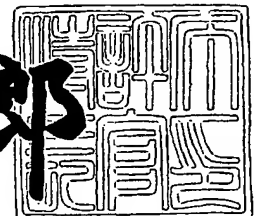
WIPO PCT

~~PRIORITY DOCUMENT~~
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月 2日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3041402

【書類名】 特許願

【整理番号】 89B0180071

【提出日】 平成14年 3月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01L 3/12

【発明の名称】 ねじり振動計測装置

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 黒田 英彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 兼本 茂

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 佐藤 道雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 本社事
務所内

【氏名】 大八木 清人

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100087332

【弁理士】

【氏名又は名称】 猪股 祥晃

【電話番号】 03-3501-6058

【選任した代理人】

【識別番号】 100103333

【弁理士】

【氏名又は名称】 菊池 治

【電話番号】 03-3501-6058

【選任した代理人】

【識別番号】 100081189

【弁理士】

【氏名又は名称】 猪股 弘子

【電話番号】 03-3501-6058

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012760

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ねじり振動計測装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ねじり振動を計測すべき対象回転体の表面に軸方向に所定の距離をおいて設けられた第 1 および第 2 反射手段に照射すべき光線を出射する第 1 および第 2 光照射手段と、前記出射された光線を伝送する第 1 および第 2 送信用伝送手段と、前記伝送された第 1 および第 2 光線を前記第 1 および第 2 反射手段に照射し、前記反射手段によって反射された第 1 および第 2 反射パルス光線を受光する第 1 および第 2 送受信手段と、前記受光された第 1 および第 2 反射パルス光線を伝送する第 1 および第 2 受信用伝送手段と、前記伝送された第 1 および第 2 反射パルス光線を検知する第 1 および第 2 検知手段と、前記第 1 および第 2 検知手段が出力する第 1 および第 2 パルス出力信号を処理して対象回転体のねじり振動周波数を演算する信号処理手段とを備えたことを特徴とするねじり振動計測装置。

【請求項 2】 前記光照射手段は、パルス繰り返し周波数およびパルス時間幅を変動させてパルス光線を出射することを特徴とする請求項 1 記載のねじり振動計測装置。

【請求項 3】 前記光照射手段は、連続光線を出射することを特徴とする請求項 1 記載のねじり振動計測装置。

【請求項 4】 前記送受信手段は、対象回転体の周方向に複数備えられていることを特徴とする請求項 1 記載のねじり振動計測装置。

【請求項 5】 前記反射手段は、光線を散乱する散乱領域が対象回転体の周方向に分布していることを特徴とする請求項 1 記載のねじり振動計測装置。

【請求項 6】 前記反射手段は、光線を低反射率で反射する低反射領域が対象回転体の周方向に分布していることを特徴とする請求項 1 記載のねじり振動計測装置。

【請求項 7】 前記第 1 および第 2 反射手段は各々複数備えられていることを特徴とする請求項 1 記載のねじり振動計測装置。

【請求項 8】 前記信号処理手段は、前記第 1 および第 2 検知手段が出力す

る前記第 1 および第 2 パルス出力信号を微分処理することによって対象回転体のねじり振動周波数を演算することを特徴とする請求項 1 記載のねじり振動計測装置。

【請求項 9】 前記信号処理手段は、前記第 1 および第 2 検知手段が出力する前記第 1 および第 2 パルス出力信号をデジタル計数することによって対象回転体のねじり振動周波数を演算することを特徴とする請求項 1 記載のねじり振動計測装置。

【請求項 10】 前記信号処理手段は、前記第 1 および第 2 反射手段の周方向長さをを用いて対象回転体のねじり振動周波数を演算することを特徴とする請求項 1 記載のねじり振動計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転機器や車両等における回転体のねじり振動および回転速度を高精度に非接触計測するねじり振動計測装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

回転体のねじり振動を計測する従来の技術は、例えば、特開平 7-5056 号公報の「回転軸監視システムおよび方法」に開示されている。このシステムは図 10 に示すように、集束レンズ 51 および 52 を取り付けた一対の光検出器 53 および 54 とこれら光検出器 53 および 54 の出力をデジタルデータに変換する制御器 55 と、前記光検出器 53 および 54 の出力波形を表示するオシロスコープ 56 と、前記デジタルデータを分析するコンピュータ 57 と、分析結果を表示するディスプレイ 58 と、回転体 6 に取り付けられた反射性のマークバンド 59 および 60 とから構成されている。

【0003】

反射性のマークバンド 59 および 60 は、測定対象である回転体 61 の円周一周に巻き付けて取り付けられている。この反射性のマークバンド 59 および 60 の構造は、軸方向に平行な線またはマークが周方向に間隔 d の等間隔で並ぶ構造

になっている。線またはマークは反射性であり、線またはマーク以外の部分は非反射性である。集束レンズ51および52を取り付けた一対の光検出器53および54は、反射性のマークバンド59および60に対し、それぞれ対向する位置に設置されている。

【0004】

この装置の作用を説明すると、角速度 Ω で回転する半径 R の回転体61を計測すると、反射性のマークバンド59および60で反射した光は、集束レンズ51および52によって集束されて光検出器53および54で検知される。この結果、光検出器53および54の出力波形を表示するオシロスコープ56では、図11に示すように時間間隔 $\tau = d / (R \Omega)$ のパルス信号62および63を検知することができる。

【0005】

ねじり振動がない場合、パルス信号62および63は、同位相となる。ねじり振動がある場合、パルス信号62および63は同位相ではなくなり、時間的に振動する位相差が発生する。この位相差を求めるため、制御器55においてパルス信号62および63をデジタル化する。そして、コンピュータ57によるデジタル分析を行って位相差を求める。ねじり振動周波数は位相差から求め、ディスプレイ58にねじり振動周波数を表示する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで上記従来装置では、対象とする回転体61に軸振動が存在する場合、パルス信号62および63の立ち上がり時間及び立ち下り時間や信号振幅が、この軸振動によって変化する。このため、図11に示したような理想的なパルス信号62および63を得ることが難しく、その結果、ねじり振動および回転速度の正確な計測が困難となるという問題がある。

【0007】

本発明は、上記問題を解決するためになされたもので、その目的は、対象回転体の回転軸に軸振動が存在する場合であっても、回転体のねじり振動および回転速度を高精度に計測することが可能なねじり振動計測装置を提供することにある

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記を達成するために、請求項 1 記載の発明は、ねじり振動を計測すべき対象回転体の表面に軸方向に所定の距離をおいて設けられた第 1 および第 2 反射手段に照射すべき光線を出射する第 1 および第 2 光照射手段と、前記出射された光線を伝送する第 1 および第 2 送信用伝送手段と、前記伝送された第 1 および第 2 光線を前記第 1 および第 2 反射手段に照射し、前記反射手段によって反射された第 1 および第 2 反射パルス光線を受光する第 1 および第 2 送受信手段と、前記受光された第 1 および第 2 反射パルス光線を伝送する第 1 および第 2 受信用伝送手段と、前記伝送された第 1 および第 2 反射パルス光線を検知する第 1 および第 2 検知手段と、前記第 1 および第 2 検知手段が出力する第 1 および第 2 パルス出力信号を処理して対象回転体のねじり振動周波数を演算する信号処理手段とを備えた構成とする。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 の発明は、前記光照射手段は、パルス繰り返し周波数およびパルス時間幅を変動させてパルス光線を出射する構成とする。

請求項 3 の発明は、前記光照射手段は、連続光線を出射する構成とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 4 の発明は、前記送受信手段は、対象回転体の周方向に複数備えられている構成とする。

請求項 5 の発明は、前記反射手段は、光線を散乱する散乱領域が対象回転体の周方向に分布している構成とする。

【 0 0 1 1 】

請求項 6 の発明は、前記反射手段は、光線を低反射率で反射する低反射領域が対象回転体の周方向に分布している構成とする。

請求項 7 の発明は、前記第 1 および第 2 反射手段は各々複数備えられている構成とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 8 の発明は、前記信号処理手段は、前記第 1 および第 2 検知手段が出力する前記第 1 および第 2 パルス出力信号を微分処理することによって対象回転体のねじり振動周波数を演算する構成とする。

【 0 0 1 3 】

請求項 9 の発明は、前記信号処理手段は、前記第 1 および第 2 検知手段が出力する前記第 1 および第 2 パルス出力信号をデジタル計数することによって対象回転体のねじり振動周波数を演算する構成とする。

請求項 1 0 の発明は、前記信号処理手段は、前記第 1 および第 2 反射手段の周方向長さを用いて対象回転体のねじり振動周波数を演算する構成とする。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図を参照して説明する。

図 1 は本発明の第 1 実施形態のねじり振動計測装置の構成図である。図に示すように、本実施形態のねじり振動計測装置は、第 1 および第 2 パルス光線を出射する第 1 および第 2 パルス光照射装置 1 および 2 と、出射された第 1 および第 2 パルス光線を伝送する第 1 および第 2 送信用伝送装置 3 および 4 と、溶接または接着等の方法によって対象回転体 5 に取り付けられ、パルス光線を反射する第 1 および第 2 反射板 6 および 7 と、伝送された第 1 および第 2 パルス光線を第 1 および第 2 反射板 6 および 7 に照射し、第 1 および第 2 反射板 6 および 7 による第 1 および第 2 反射パルス光線を受光する第 1 および第 2 送受信装置 8 および 9 とを備えている。

【 0 0 1 5 】

また、前記受光された第 1 および第 2 反射パルス光線を伝送する第 1 および第 2 の受信用伝送装置 1 0 および 1 1 と、伝送された第 1 および第 2 反射パルス光線を検知する第 1 および第 2 検知装置 1 2 および 1 3 と、第 1 および第 2 検知装置 1 2 および 1 3 が出力する第 1 および第 2 パルス出力信号を処理して対象回転体 5 のねじり振動周波数等を演算する信号処理装置 1 4 とを備えている。

【 0 0 1 6 】

第 1 および第 2 パルス光照射装置 1 および 2 は、パルス繰り返し周波数 f_p [H

z) およびパルス時間幅 w_p [s] が調整可能なパルス光源で構成されている。例えば、第1および第2パルス光照射装置1および2としては、半導体レーザ、その他のパルスレーザ、LEDやフラッシュランプ等を用いることができる。

【0017】

第1および第2送信用伝送装置3および4は、光ファイバで構成され、第1および第2パルス光照射装置1および2との結合部には結合効率を高めるため、球面レンズ、非球面レンズ、複数枚の張り合わせレンズまたは組み合わせレンズ、屈折率分布型レンズ、ボールレンズ等のレンズ素子を介して結合するように構成されている。この一方、光ファイバを用いることなく、ミラーなどを用いてパルス光線を空間伝送するようにした第1および第2送信用伝送装置3および4を形成することもできる。

【0018】

第1および第2反射板6および7は、第1および第2パルス光線を高効率で正反射させる反射領域と、第1および第2パルス光線を散乱させる散乱領域で構成される。例えば、第1および第2反射板6および7は、Au、Ag、Al等の金属、ステンレス等の合金を材質に用い、表面研磨した領域を反射領域とし、粗面状にした領域を散乱領域として構成されている。また、対象回転体5の表面を直接加工し、表面研磨した領域を反射領域とし、刻印方式、印刷方式、エッチング方式等によって表面を粗面状にした領域を散乱領域として構成することもできる。さらに、反射領域は金属等によって構成し、散乱領域は対象回転体5の表面を粗面状にすることによって構成することもできる。例えば、刻印方式には、レーザマーカを用いた方式がある。また、エッチング方式には、レーザ、ドライエッチングやケミカルエッチング、超音波を用いた方式がある。

【0019】

一方、第1および第2反射板6および7の軸方向長さ W_1 [m] および W_2 [m]、周方向長さ L_1 [m] および L_2 [m] は、次の式(1)および式(2)を満足するように構成されている。厚さ方向長さの制限は特にない。

【0020】

$$W_1 \gg V_a \gg \Phi, W_2 \gg V_a \gg \Phi, \quad \dots (1)$$

$$L_1 \gg V_r \gg \Phi, L_2 \gg V_r \gg \Phi, \quad \dots (2)$$

【0021】

但し、 $V_a[m]$ は対象回転体5の軸方向の振動振幅であり、 $V_r[m]$ は対象回転体5の周方向かつ第1および第2パルス光線の照射と垂直方向の振動振幅であり、 $\Phi[m]$ は対象回転体5の表面上における第1および第2パルス光線のビーム径である。

【0022】

第1および第2送受信装置8および9は、前述のレンズ素子を用いて構成され、第1および第2パルス光線を平行或いは集光或いは拡散状態にし、対象回転体5の表面上でのビーム径 $\Phi[m]$ となるようになっている。そして、第1および第2反射板6および7による第1および第2反射パルス光線を第1および第2の受信用伝送装置10および11へ高効率で結合させるように構成されている。

【0023】

第1および第2受信用伝送装置10および11は、光ファイバで構成されている。また、光ファイバを用いず、ミラーなどを用いてパルス光線を空間伝送するように形成することもできる。

【0024】

第1および第2検知装置12および13は、各種フォトダイオード、光電管、光電子増倍管等の光電変換素子で構成されている。また、第1および第2受信用伝送装置10および11によって伝送された第1および第2反射パルス光線は、必要に応じて前述のレンズ素子によって集光され、第1および第2検知装置12および13に入射するように構成されている。

【0025】

信号処理装置14はアナログ・デジタル変換器および計算機で構成され、第1および第2検知装置12および13の出力のアナログ電気信号を各々デジタル電気信号に変換して取り込み、ねじり振動を求める信号処理を行うようになっている。なお、アナログやデジタルの回路装置によって専用の信号処理装置14を構成してもよい。

【0026】

以上のように構成した第 1 実施形態のねじり振動計測装置の作用を以下に説明する。すなわち、第 1 パルス光照射装置 1 から出射した第 1 パルス光線は、第 1 送信用伝送装置 3 によって第 1 送受信装置 8 へ伝送される。第 1 送受信装置 8 では、対象回転体 5 の第 1 反射板 6 に対し、前記式(1)および式(2)を満足するビーム径 Φ [m] となるように第 1 パルス光線が照射される。

【0027】

軸振動を有する対象回転体 5 が回転周波数 f_m [Hz] で回転する場合、第 1 パルス光線が反射領域に照射された場合に限って第 1 反射パルス光線が発生する。一方、対象回転体 5 の軸振動は、対象回転体 5 の軸方向、第 1 送受信装置 8 が照射する第 1 パルス光線と同一方向、対象回転体 5 の周方向かつ第 1 パルス光線が照射される方向と垂直方向の 3 成分に分解できる。第 1 反射パルス光線は、前記式(1)によって対象回転体 5 の軸方向の振動の影響を受けることはない。さらに、第 1 パルス光線が平行光或いは極めて小さいビーム径であるため、対象回転体 5 の周方向かつ第 1 パルス光線の照射方向と同一方向の振動の影響も受けない。

【0028】

第 1 反射パルス光線は、第 1 の受信用伝送装置 10 によって第 1 検知装置 12 へ伝送される。第 1 検知装置 12 では、第 1 反射パルス光線を検出して光電変換し、図 2 に示す第 1 パルス出力信号 15 を対象回転体 5 の 1 回転毎に出力する。この場合、前述のように、対象回転体 5 の軸方向の振動の影響、および、対象回転体 5 の周方向かつ第 1 パルス光線が照射される方向と同一方向の振動の影響を受けることがなく、さらに前記式(2)が作用するため、第 1 パルス出力信号 15 の立ち上がり時間および立ち下り時間は、第 1 パルス光線の立ち上がり時間および立ち下り時間となる。

他方、同様の作用の結果、第 2 パルス出力信号 16 の立ち上がり時間および立ち下り時間は、第 2 パルス光線の立ち上がり時間および立ち下り時間となる。

【0029】

第 1 および第 2 パルス出力信号 15 および 16 は、アナログ信号からデジタル信号へ変換された後、信号処理装置 14 に取り込まれる。信号処理装置 14 では、第 1 パルス出力信号 15 を構成する第 i 番目 ($1 \leq i \leq n$) のパルスにおいて、

図 2 に示すように立ち上りパルスに対してパルス振幅の相対レベル V_s [%] ($1 \leq V_s \leq 100$) の閾値を設定し、第 i 番目のパルスのトリガ時間 tr_i [s] を計測する。同様に、1 回転後の第 i 番目のパルスに対し、相対レベル V_s [%] を用いてトリガ時間 tr_i' [s] を計測する。そして、このトリガ時間 tr_i [s] および tr_i' [s] を第 1 パルス出力信号 15 を構成する全てのパルスに対して計測し、下記の式(3)を用いて構成パルスで平均化して第 1 パルス出力信号 15 の回転周期 T_1 [s] を求める。

【0030】

【数 1】

$$T_1 = \left(\sum_{i=1}^n tr_i' - tr_i \right) / n \quad \dots(3)$$

【0031】

このように構成パルス数 n で平均して回転周期 T_1 [s] を求めることによって、対象回転体 5 の周方向かつ第 1 パルス光線が照射される方向と垂直方向の振動影響を低減することができる。

【0032】

同様にして、第 2 パルス出力信号 16 の回転周期 T_2 [s] を求める。そして、回転速度 $1/T_1$ [Hz] および $1/T_2$ [Hz] を求めるとともに、下記の式(4)によってねじり振動周波数 f_t [Hz] を求める。

【0033】

$$f_t = |1/T_1 - 1/T_2| \quad \dots(4)$$

【0034】

上述したように、第 1 および第 2 パルス出力信号 15 および 16 は、対象回転体 5 の軸方向の振動、周方向かつ第 1 および第 2 パルス光線が照射される方向と同一方向の振動、さらにはその垂直方向の振動による影響を受けることがないか或いは低減されることになる。その結果、対象回転体 5 が軸振動を有する場合であっても、回転速度 $1/T_1$ [Hz] および $1/T_2$ [Hz]、および式(4)によってねじり振動周波数 f_t [Hz] を高精度に計測することが可能となる。

【0035】

次に、上記第1実施形態のねじり振動計測装置の上記と異なる作用を図3によって説明する。例えば、第1および第2検知装置12および13において、ノイズが多い場合、第1および第2パルス出力信号17および18は、図3に示すようにパルス振幅が不安定で変動することになる。

【0036】

この場合、信号処理装置14のトリガ時間計測は前述の図2によって説明した手法ではなく、第1パルス出力信号17を構成する n 個のパルスのうち第 i 番目($1 \leq i \leq n$)のパルスにおいて、立ち上りパルスに対する微分処理を行い、図3に示すようにその最大値を第 i 番目のパルスのトリガ時間 tr_i [s]とする。同様に、1回転後の第 i 番目のパルスに対して微分処理を行い、トリガ時間 tr_i' [s]を求める。そして、このトリガ時間 tr_i [s]および tr_i' [s]を第1パルス出力信号17を構成する全てのパルスに対して計測し、前記の式(3)を用いて構成パルスで平均化して第1パルス出力信号17の回転周期 T_1 [s]を求める。同様にして、第2パルス出力信号18の回転周期 T_2 [s]を求め、回転速度 $1/T_1$ [Hz]および $1/T_2$ [Hz]を求めるとともに、前記の式(4)によってねじり振動周波数 f_t [Hz]を求める。

【0037】

このように、第1および第2パルス出力信号17および18の各構成パルスの振幅が不安定で変動する場合であっても、第1および第2パルス出力信号17および18の各構成パルスのトリガ時間 tr_i [s]および tr_i' [s]を求めることができ、式(3)および式(4)によって回転速度 $1/T_1$ [Hz]および $1/T_2$ [Hz]、およびねじり振動周波数 f_t [Hz]を高精度に計測することが可能となる。

【0038】

また、第1実施形態のねじり振動計測装置のさらに異なる作用を図4によって説明する。例えば、第1および第2検知装置12および13においてノイズが更に多い場合、第1および第2パルス出力信号19および20は、図4に示すようにパルス形状やパルス振幅が不安定で変動することになる。

【0039】

この場合、信号処理装置 14 のトリガ時間計測は前述の図 2 あるいは図 3 によって説明した手法ではなく、第 1 パルス出力信号 19 を構成する第 i 番目 ($1 \leq i \leq n$) のパルスを計測した時刻における第 1 パルス光照射装置 1 のパルスカウント pc_i を計測する。この場合、パルスカウントとは、任意の基準時刻を基点とした計数パルス数である。また、パルスの認識は、ハイレベル或いはローレベル出力を一定時間以上計測した場合、或いは出力の積算値が規定値以上になる場合などの方法による。

【0040】

続いて、1 回転後の第 i 番目のパルスを検知した時刻のパルスカウント pc_i' を計測する。そして、このパルスカウント pc_i および pc_i' を第 1 パルス出力信号 19 を構成する全てのパルスに対して計測し、下記の式(5)に示すように構成パルスで平均化して第 1 パルス出力信号 19 の回転周期 T_1 [s] を求める。

【0041】

(数 5)

$$T_1 = \left(\sum_{i=1}^n pc_i' - pc_i \right) / fp / n \quad \dots(5)$$

【0042】

同様に、第 2 パルス出力信号 20 についても回転周期 T_2 [s] を求め、回転速度 $1/T_1$ [Hz] および $1/T_2$ [Hz] を求めるとともに、式(4)によってねじり振動周波数 f_t [Hz] を求める。

【0043】

このように、第 1 および第 2 パルス出力信号 19 および 20 の各構成パルスのパルス形状やパルス振幅が不安定で変動する場合であっても、パルス計数によって第 1 および第 2 パルス出力信号 19 および 20 の回転周期 T_1 [s] および T_2 [s] を求めることができ、回転速度 $1/T_1$ [Hz] および $1/T_2$ [Hz]、および式(4)によってねじり振動周波数 f_t [Hz] を高精度に計測することが可能となる。

【0044】

つぎに、第 1 実施形態のねじり振動計測装置のさらに異なる作用について説明

する。例えば、第1および第2検知装置12および13においてノイズが更に多い場合、第1および第2パルス出力信号19および20は、パルス形状やパルス振幅が不安定で変動することに加え、反射領域以外においてもノイズが発生するようになる。そして、この反射領域以外のノイズのため、1回転後の第1および第2パルス出力信号19および20の計測が困難になる場合がある。

【0045】

この場合、信号処理装置14のトリガ時間計測では、第1パルス出力信号19を構成する第1番目と第n番目のパルスの時間間隔 ($tr_n - tr_1$) [s]、或いは計測パルス数 ($pc_n - pc_1$) を計測する。そして、第1反射板6の周方向長さ L_1 [m] を用い、下記の式(6)を計算することによって、第1パルス出力信号19の回転周期 T_1 [s] を求める。

【0046】

$$\begin{aligned} T_1 &= 2\pi R / L_1 \cdot (tr_n - tr_1) \\ &= 2\pi R / L_1 \cdot (pc_n - pc_1) / f_p \quad \dots (6) \end{aligned}$$

【0047】

但し、 f_p は第1パルス光線のパルス繰り返し周波数 [Hz] である。

このため、1回転後の第1パルス出力信号19の計測が不要となる。同様に、第2パルス出力信号20についても回転周期 T_2 [s] を求め、回転速度 $1/T_1$ [Hz] および $1/T_2$ [Hz] を求めるとともに、式(4)によってねじり振動周波数 f_t [Hz] を求める。

【0048】

このように、第1および第2パルス出力信号19および20の各構成パルスのパルス形状やパルス振幅が不安定で変動し、さらに反射領域以外においてもノイズが発生する場合であっても、1回転後の第1および第2パルス出力信号19および20の計測が不要であるため、反射領域以外に発生するノイズの影響を受けることなく、第1および第2パルス出力信号19および20の回転周期 T_1 [s] および T_2 [s] を求めることができ、回転速度 $1/T_1$ [Hz] および $1/T_2$ [Hz]、および式(4)によってねじり振動周波数 f_t [Hz] を高精度に計測することが可能となる。

【0049】

次に、第 1 実施形態のねじり振動計測装置のさらに異なる作用について説明する。例えば、第 1 および第 2 パルス出力信号 1 5 および 1 6 にノイズが重畳し、回転周期 T_1 [s] および T_2 [s] の計測精度が低下する場合がある。

【 0 0 5 0 】

この場合、第 1 および第 2 パルス光照射装置 1 および 2 において、パルス繰り返し周波数 f_p [Hz] を高くし、パルス繰り返し周波数 $f_{p'}$ [Hz] とする。また、必要に応じて下記の式 (7) となるようにパルス時間幅 w_p [s] を短くする。

【 0 0 5 1 】

$$1 / f_{p'} \geq w_p \quad \cdots (7)$$

【 0 0 5 2 】

パルス繰り返し周波数 $f_{p'}$ [Hz] の第 1 および第 2 パルス光線は、最初に説明した作用と同様の作用をなす。この結果、信号処理装置 1 4 では、構成パルス数 n' ($n' > n$) の第 1 および第 2 パルス出力信号 1 5 および 1 6 が取り込まれる。

【 0 0 5 3 】

信号処理装置 1 4 では、式 (3) 或いは式 (5) 或いは式 (6) のいずれかによって第 1 および第 2 パルス出力信号の回転周期 T_1 [s] および T_2 [s] を求める。その際、いずれの場合も構成パルス数 n より大きい構成パルス数 n' で平均化することになるため、回転周期に対する計測精度の低下を防ぐことが可能となる。そして、回転速度 $1/T_1$ [Hz] および $1/T_2$ [Hz] を求めるとともに、式 (4) によってねじり振動周波数 f_t [Hz] を求める。

【 0 0 5 4 】

このように、第 1 および第 2 パルス出力信号 1 5 および 1 6 にノイズが重畳する場合であっても、第 1 および第 2 パルス光照射装置 1 および 2 のパルス繰り返し周波数 f_p [Hz] を高くすることによって、第 1 および第 2 パルス出力信号の構成パルス数 n を増加させることができ、式 (3) 或いは式 (5) 或いは式 (6) によって計測精度を低下させることなく第 1 および第 2 パルス出力信号 1 5 および 1 6 の回転周期 T_1 [s] および T_2 [s]、および対象回転体 5 のねじり振動周波数 f_t [Hz] を高精度に求めることが可能となる。

【 0 0 5 5 】

さらに、第 1 実施形態のねじり振動計測装置のさらに異なる作用について説明する。例えば、第 1 および第 2 反射板 6 および 7 の反射領域における反射率が低下し、第 1 および第 2 パルス出力信号 1 5 および 1 6 の S N 比が低下する場合がある。このような状態は、反射板の損傷、劣化、変質、さらには反射板表面へ物質が付着することによって発生する。そして、経年と共に発生確率が増加し、その度合も大きくなる。

【 0 0 5 6 】

このため、第 1 送受信装置 8 から照射される第 1 パルス光線が第 1 反射板 6 の反射領域に照射された場合、光強度が小さい第 1 反射パルス光線となる。しかし、散乱領域に照射された場合には、第 1 パルス光線が正反射方向以外に散乱されるため、さらに光強度が極端に小さい第 1 反射パルス光線となる。このような第 1 反射パルス光線が第 1 検知装置 1 2 において検知されるため、構成パルスの各振幅は小さくなるがその振幅に比べて極めて小さいノイズで構成される高 S N 比の第 1 パルス出力信号 1 5 を得ることが可能となる。

【 0 0 5 7 】

なお、第 2 パルス出力信号 1 6 についても同様の作用により、構成パルスの各振幅は小さくなるが、その振幅に比べて極めて小さいノイズで構成される高 S N 比の第 2 パルス出力信号 1 6 を得ることができる。

【 0 0 5 8 】

このように、第 1 および第 2 反射板 6 および 7 における反射領域の反射率が低下した場合であっても、散乱領域において第 1 および第 2 パルス光線が正反射方向以外に散乱されるため、構成パルスの各振幅は小さくなるが、その振幅に比べて極めて小さいノイズで構成される高 S N 比の第 1 および第 2 パルス出力信号 1 5 および 1 6 を得ることが可能となる。

【 0 0 5 9 】

図 5 は、本発明の第 2 実施形態のねじり振動計測装置の構成図である。

図に示すように、本実施形態のねじり振動計測装置は、第 1 および第 2 連続光線を出射する第 1 および第 2 連続光照射装置 2 1 および 2 2 と、出射された第 1

および第2連続光線を伝送する第1および第2送信用伝送装置3および4と、溶接または接着等の方法によって対象回転体5に取り付けられ、光線を反射する第1および第2多重化反射板23および24と、伝送された第1および第2連続光線を第1および第2多重化反射板23および24に照射し、第1および第2多重化反射板23および24による第1および第2反射光線を受光する第1および第2送受信装置8および9とを備えている。

【0060】

また、前記受光された第1および第2反射光線を伝送する第1および第2送信用伝送装置10および11と、伝送された第1および第2反射光線を検知する第1および第2検知装置12および13と、第1および第2検知装置12および13が出力する第1および第2パルス出力信号を処理して対象回転体5のねじり振動周波数等を演算する信号処理装置14とを備えている。

【0061】

第1および第2連続光照射装置21および22は、連続的に光線を放射する光源で構成されている。このような光源としては、例えば、固体および液体および気体の各種CWレーザ、半導体レーザ、LED、ハロゲンランプ、キセノンランプ、重水素ランプ等の各種ランプを用いることができる。

【0062】

第1および第2多重化反射板23および24は、第1および第2連続光線を高効率で正反射する反射領域と第1および第2連続光線を吸収する吸収領域で構成されている。例えば、第1および第2多重化反射板23および24は、第1および第2反射板6および7と同様にAu、Ag、Al等の金属板を材質に用いて構成されている。そして、表面研磨した領域を反射領域とし、第1および第2連続光線を吸収する物質を蒸着或いは塗布或いは取り付けした領域を吸収領域とする。また、反射領域を金属板で構成し、吸収領域は、第1および第2連続光線を吸収する物質を対象回転体5の表面に直接蒸着或いは塗布或いは取り付けて構成させることもできる。さらに、金属板を用いることなく、対象回転体5の一部を表面研磨して反射領域にすることもできる。

【0063】

一方、第 1 および第 2 多重化反射板 2 3 および 2 4 の軸方向長さ W_1 [m] および W_2 [m]、周方向長さ L_1 [m] および L_2 [m] に関しては、前記の式 (1) および式 (2) を満足するように構成されている。さらに、反射領域の個数 m は、対象回転体 5 の回転周波数の m/k 倍までのねじり振動数が計測できることに基づき、計測するねじり振動数帯から決定する。

【 0 0 6 4 】

以上のように構成した第 2 実施形態のねじり振動計測装置の作用を図 5 及び図 6 によって説明する。

第 1 連続光照射装置 2 1 から出射した第 1 連続光線は、第 1 送信用伝送装置 3 によって第 1 送受信装置 8 へ伝送される。第 1 送受信装置 8 では、対象回転体 5 の第 1 多重化反射板 2 3 に対し、ビーム径 Φ [m] となるように第 1 連続光線が照射される。軸振動を有する対象回転体 5 が回転周波数 f_m [Hz] で回転する場合、第 1 連続光線が反射領域に照射された場合に限って第 1 反射光線が発生する。そして、第 1 反射光線は、第 1 受信用伝送装置 1 0 によって第 1 検知装置 1 2 へ伝送される。この第 1 反射光線は、式 (1) によって対象回転体 5 の軸方向の振動影響を受けることはない。さらに、第 1 連続光線が平行光或いは極めて小さいビーム径であるため、対象回転体 5 の周方向かつ第 1 連続光線の照射方向と同一方向の振動影響も受けない。

【 0 0 6 5 】

第 1 検知装置 1 2 では、第 1 反射光線を検出して光電変換し、図 6 に示すように単一パルスで構成される第 1 パルス出力信号 2 5 を検知する。第 1 パルス出力信号 2 5 は、反射領域の寸法および間隔で決まる m 個の単一パルスで構成される。この場合、前述のように、対象回転体 5 の軸方向の振動影響、対象回転体 5 の周方向かつ第 1 パルス光線が照射される方向と同一方向の振動影響を受けることがなく、さらに式 (2) が作用するため、第 1 パルス出力信号 2 5 の各単一パルスの立ち上がり時間および立ち下り時間は、 $\Phi / (2 \pi R \cdot f_m)$ [s] となる。他方、同様の作用の結果、第 2 パルス出力信号 2 6 の各単一パルスの立ち上がり時間および立ち下り時間も、同様に $\Phi / (2 \pi R \cdot f_m)$ [s] となる。

【 0 0 6 6 】

信号処理装置 1 4 では、第 j 番目 ($1 \leq j \leq m$) の第 1 パルス出力信号 2 5 において、図 6 に示すように立ち上りパルスに対して電圧値 V_{th} [V] の閾値を設定し、第 j 番目のトリガ時間 tr_j [s] を計測する。同様に、第 $j + k$ 番目 ($1 \leq k \leq m$) のパルスに対し、電圧値 V_{th} [V] を用いてトリガ時間 tr_k [s] を計測する。この場合、パルス状ノイズのパルス時間幅より長い単一パルスの立ち上りパルスからトリガ時間を計測するため、複数のパルス状ノイズが単一パルスに重畳する場合であってもその影響を受けることはない。そして、構成パルス数 $n = 1$ とし、下記の式(8)から第 1 パルス出力信号 2 5 の回転周期 T_1 [s] を求める。

【 0 0 6 7 】

【数 3】

$$T_1 = m / k \cdot \left(\sum_{i=1}^n tr_{ji} - tr_{ki} \right) / n \quad \dots(8)$$

【 0 0 6 8 】

同様にして、第 2 パルス出力信号 2 6 の回転周期 T_2 [s] を求め、回転速度 $1/T_1$ [Hz] および $1/T_2$ [Hz] を求めるとともに、式(4)によってねじり振動周波数 f_t [Hz] を求める。

【 0 0 6 9 】

このように、複数のパルス状ノイズが第 1 および第 2 パルス出力信号 2 5 および 2 6 に重畳する場合であっても、パルス時間幅がパルス状ノイズのパルス時間幅より長い単一パルスの立ち上りパルスからトリガ時間を計測するため、パルス状ノイズの影響を受けることはなく、第 1 および第 2 パルス出力信号 2 5 および 2 6 の回転周期 T_1 [s] および T_2 [s] を求めることができる。そして、回転速度 $1/T_1$ [Hz] および $1/T_2$ [Hz]、および式(4)によってねじり振動周波数 f_t [Hz] を高精度に計測することが可能となる。

【 0 0 7 0 】

また、第 2 実施形態のねじり振動計測装置の上記とは異なる作用を図 6 によって説明する。例えば、第 1 および第 2 多重化反射板 2 3 および 2 4 の損傷、劣化、変質、さらには物質の付着によって、その反射領域の反射率が低下する場合は

ある。このため、第1送受信装置8から照射される第1連続光線が、第1多重化反射板23の反射領域に照射された場合、光強度が小さい第1反射光線となる。しかし、吸収領域に照射された場合には第1連続光線が吸収されるため、さらに光強度が極端に小さい第1反射光線となる。このような第1反射光線が第1検知装置12において検知されるため、パルス振幅は小さくなるがその振幅に比べて極めて小さいノイズで構成される高SN比の第1パルス出力信号25を得ることが可能となる。

【0071】

第2パルス出力信号26についても同様の作用により、パルス振幅は小さくなるがその振幅に比べて極めて小さいノイズで構成される高SN比の第2パルス出力信号26を得ることができる。

【0072】

このように、第1および第2多重化反射板23および24における反射領域の反射率が低下した場合であっても、吸収領域において第1および第2連続光線が吸収されるため、構成パルスの振幅は小さくなるがその振幅に比べて極めて小さいノイズで構成される高SN比の第1および第2パルス出力信号25および26を得ることが可能となる。

【0073】

さらに続いて、第2実施形態のねじり振動計測装置の上記と異なる作用を図6について説明する。例えば、対象回転体5のねじり振動数が、対象回転体5の回転周波数 f_m [Hz] より高い場合がある。

【0074】

この場合、信号処理装置14では、第 j 番目($1 \leq j \leq m$)の第1パルス出力信号において、図6に示すように立ち上りパルスに対して電圧値 V_{th} [V] の閾値を設定し、第 j 番目のトリガ時間 tr_j [s] を計測する。同様に、第 $j+k$ 番目($1 \leq k \leq m$)のパルスに対し、電圧値 V_{th} [V] を用いてトリガ時間 tr_k [s] を計測する。そして、構成パルス数 $n=1$ とし、式(8)から第1パルス出力信号25の回転周期 T_1 [s] を一周期の k/m 倍の時間で求める。

【0075】

なお、第 1 および第 2 パルス光照射装置 1 および 2 を用いた場合には、 $n \neq 1$ となる。同様に、第 2 パルス出力信号 2 6 についても、回転周期 T_2 [s] を一周期の k/m 倍の時間で求める。そして、回転速度 $1/T_1$ [Hz] および $1/T_2$ [Hz] を求め、式 (4) によって対象回転体 5 の回転周波数 f_m [Hz] の m/k 倍の周波数を有するねじり振動周波数 f_t [Hz] を求めることができる。

【 0 0 7 6 】

このように、対象回転体 5 のねじり振動数が対象回転体 5 の回転周波数 f_m [Hz] より高い場合であっても、第 j 番目のトリガ時間 tr_j [s] と第 $j+k$ 番目のトリガ時間 tr_k [s] を用い、式 (8) から第 1 および第 2 パルス出力信号 2 5 および 2 6 の回転周期 T_1 [s] および T_2 [s] を一周期の k/m 倍の時間で計測することによって、式 (4) から対象回転体 5 の回転周波数 f_m [Hz] の m/k 倍の周波数を有するねじり振動周波数 f_t [Hz] を高精度に求めることが可能となる。

【 0 0 7 7 】

図 5 は、本発明の第 3 実施形態のねじり振動計測装置の構成図である。

図に示すように、本発明の第 3 実施形態のねじり振動計測装置は、パルス光線を出射する第 1 パルス光照射装置 1 と、出射されたパルス光線を分波器によって第 1 から第 6 までのパルス光線に分岐して伝送する多重送信用伝送装置 2 7 と、対象回転体 5 に取り付けられ、パルス光線を反射する第 1 から第 4 までの反射板 6、7 および 2 8、2 9 と、伝送された第 1 から第 6 のパルス光線を第 1 から第 4 の反射板 6、7 および 2 8、2 9 に照射し、第 1 から第 6 の反射パルス光線を受光する第 1 から第 6 の送受信装置 8、9 および 3 0、3 1、3 2、3 3 と、受光された第 1 から第 6 の反射パルス光線を各々独立に伝送する多重受信用伝送装置 3 4 と、伝送された第 1 から第 6 の反射パルス光線を検知する第 1 から第 6 の検知装置を備えた多重検知装置 3 5 と、多重検知装置 3 5 が出力する第 1 から第 6 のパルス出力信号を処理して対象回転体 5 のねじり振動周波数を演算する信号処理装置 1 4 とから構成されている。

【 0 0 7 8 】

多重送信用伝送装置 2 7 は、パルス光線を伝送する光ファイバまたは空間伝送路、およびパルス光線を分割する分波器によって構成されている。分波器は、プ

リズム、ミラー、ビームスプリッタ等の光線を分割する素子で構成される。本実施例の分波器では1入力2出力であるが、P入力Q出力（P，Qは正の整数）も可能であり、1入力6出力の分波器を適用して一度に6分割することもできる。

【0079】

第1から第4までの反射板6、7および28、29は、対象回転体5の一周にわたって巻き付けて取り付けられており、対象回転体5との接触面積が広く、回転中に外れることがないようになっている。

【0080】

第1および第3の送受信装置8および30の取り付け角度の間隔は、180 [deg] だけ離れており、他方、第2および第4の送受信装置9および31の角度間隔も180 [deg] の角度だけ離れている。なお、本実施例における送受信装置は6個であるが、対象回転体5の周方向に関しては、0～360 [deg] の任意の位置に対して任意の個数の取り付けが可能である。

【0081】

送受信装置を周方向に等角度間隔でm個取り付けた場合、対象回転体5の回転周波数の最大m倍の周波数を有するねじり振動を計測することが可能となる。さらに送受信装置の取り付けが不等角度間隔の場合は、m倍以上の周波数を有するねじり振動を計測することも可能である。他方、軸方向に関しても、任意の軸方向位置に任意の個数の取り付けが可能である。

【0082】

多重受信用伝送装置34は、例えば、6本のファイバ束または空間伝送路になっており、第1から第6の反射パルス光線を各々独立に伝送するようになっている。多重検知装置35は、各々独立に伝送された第1から第6の反射パルス光線を個別に検知する第1から第6の検知装置で構成されている。

【0083】

以上のように構成した第3実施形態のねじり振動計測装置の作用は以下のようになる。

第1パルス光照射装置1から出射したパルス光線は、多重送信用伝送装置27によって伝送されると共に途中の分波器によって分波され、第1、第2、第3お

よび第4送受信装置8、9、30および31へ伝送される。第1および第3送受信装置8および30では、対象回転体5に取り付けられた第1反射板6に対し、ビーム径 Φ [m]となるようにパルス光線がそれぞれ照射される。そして、それぞれの反射パルス光線が、多重受信用伝送装置34によって個別に多重検知装置35へ伝送され、各検知装置で検知される。

【0084】

他方、第2および第4送受信装置9および31では、対象回転体5に取り付けられた第2反射板7に対し、ビーム径 Φ [m]となるようにパルス光線がそれぞれ照射される。そして、それぞれの反射パルス光線が、多重受信用伝送装置34によって個別に多重検知装置35へ伝送され、各検知装置で検知される。多重検知装置35の出力信号は、信号処理装置14へ伝送される。

【0085】

信号処理装置14では、図8に示すように第1および第3送受信装置8および30による第1パルス出力信号36、第2および第4送受信装置9および31による第2パルス出力信号37を検知する。第1および第2パルス出力信号36および37は、それぞれ送受信装置の個数で決まる m 個のパルスで構成されている。本実施形態の場合、送受信装置の個数が2個であるため、 $m=2$ である。そして、各パルスは、 n 個のパルス列で構成される。この場合、第1および第2パルス出力信号36および37は、 m 個の反射領域を有する第1および第2多重化反射板23および24を備えた場合と同じ効果となっている。従って、 $m=2$ 、 $k=1$ として式(8)より第1および第2パルス出力信号36および37の回転周期 T_1 [s] および T_2 [s]を一周期の k/m 倍の時間で計測することができる。そして、式(4)から対象回転体5の回転周波数 f_m [Hz]の m/k 倍のねじり振動周波数 f_t [Hz]を求めることが可能となる。

【0086】

このように、送受信装置を対象回転体5の周方向に各々 m 個備えることにより、 m 個の反射領域を有する第1および第2多重化反射板23および24を備えた場合と同じ効果を得ることができ、式(8)から第1および第2パルス出力信号36および37の回転周期 T_1 [s] および T_2 [s]を一周期の k/m 倍の時間で計測す

ることが可能となる。そして、式(4)から対象回転体5の回転周波数 f_m [Hz] の m/k 倍の周波数を有するねじり振動を高精度に計測することが可能となる。

【0087】

つぎに、第3実施形態のねじり振動計測装置の上記と異なる作用について説明する。

第1パルス光照射装置1から出射したパルス光線は、多重送信用伝送装置27によって伝送されると共に途中の分波器によって分波され、第3から第6送受信装置30から33へ伝送される。第3送受信装置30では第1反射板6、第4送受信装置31では第2反射板7、第5送受信装置32では第3反射板28、第6送受信装置33では第4反射板29に対し、それぞれパルス光線が照射される。そして、それらの反射パルス光線が、多重受信用伝送装置34によって個別に多重検知装置35へ伝送され、各検知装置で検知される。多重検知装置35の出力信号は、信号処理装置14へ伝送される。

【0088】

信号処理装置14では、図3に示すように第3送受信装置30による第3パルス出力信号38、第4送受信装置31による第4パルス出力信号39、第5送受信装置32による第5パルス出力信号40、第6送受信装置33による第6パルス出力信号41を検知する。そして、各パルス出力信号からその回転周期 T_3 [Hz]、 T_4 [Hz]、 T_5 [Hz]、 T_6 [Hz] を求め、各組み合わせにおいて式(4)を演算することにより、ねじり振動周波数 f_t [Hz] の軸方向分布を求めることができる。

【0089】

なお、本実施形態における送受信装置の個数は4個であるが、送受信装置の個数が多いほどねじり振動周波数 f_t [Hz] の軸方向分布を詳細に計測することができる。

【0090】

上述したように、送受信装置を対象回転体5の軸方向に複数個備えることにより、ねじり振動周波数 f_t [Hz] の軸方向分布を高精度に計測することが可能となる。

【0091】

【発明の効果】

本発明によれば、対象回転体の回転軸に軸振動が存在する場合であっても、回転体のねじり振動および回転速度を高精度に計測することが可能なねじり振動計測装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態のねじり振動計測装置の構成を示す図。

【図 2】

上記第 1 実施形態のねじり振動計測装置における第 1 および第 2 パルス出力信号を示す図。

【図 3】

上記第 1 実施形態のねじり振動計測装置において、パルス振幅が不安定な場合の第 1 および第 2 のパルス出力信号を示す図。

【図 4】

上記第 1 実施形態のねじり振動計測装置において、パルス形状およびパルス振幅が不安定な場合の第 1 および第 2 パルス出力信号を示す図。

【図 5】

本発明の第 2 実施形態のねじり振動計測装置の構成を示す図。

【図 6】

上記第 2 実施形態のねじり振動計測装置における第 1 および第 2 パルス出力信号を示す図。

【図 7】

本発明の第 3 実施形態のねじり振動計測装置の構成を示す図。

【図 8】

上記第 3 実施形態のねじり振動計測装置における第 1 および第 2 パルス出力信号を示す図。

【図 9】

上記第 3 実施形態のねじり振動計測装置における第 3 から第 6 パルス出力信号を示す図。

【図 1 0】

従来のねじり振動計測装置の構成を示す図。

【図 1 1】

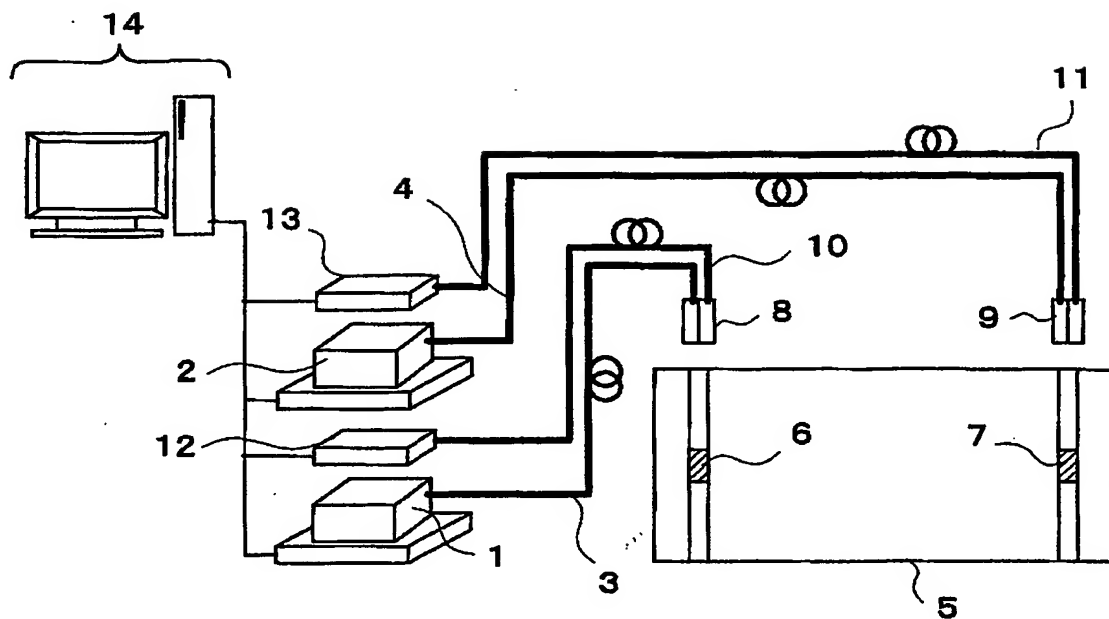
従来のねじり振動計測装置におけるパルス信号を示す図。

【符号の説明】

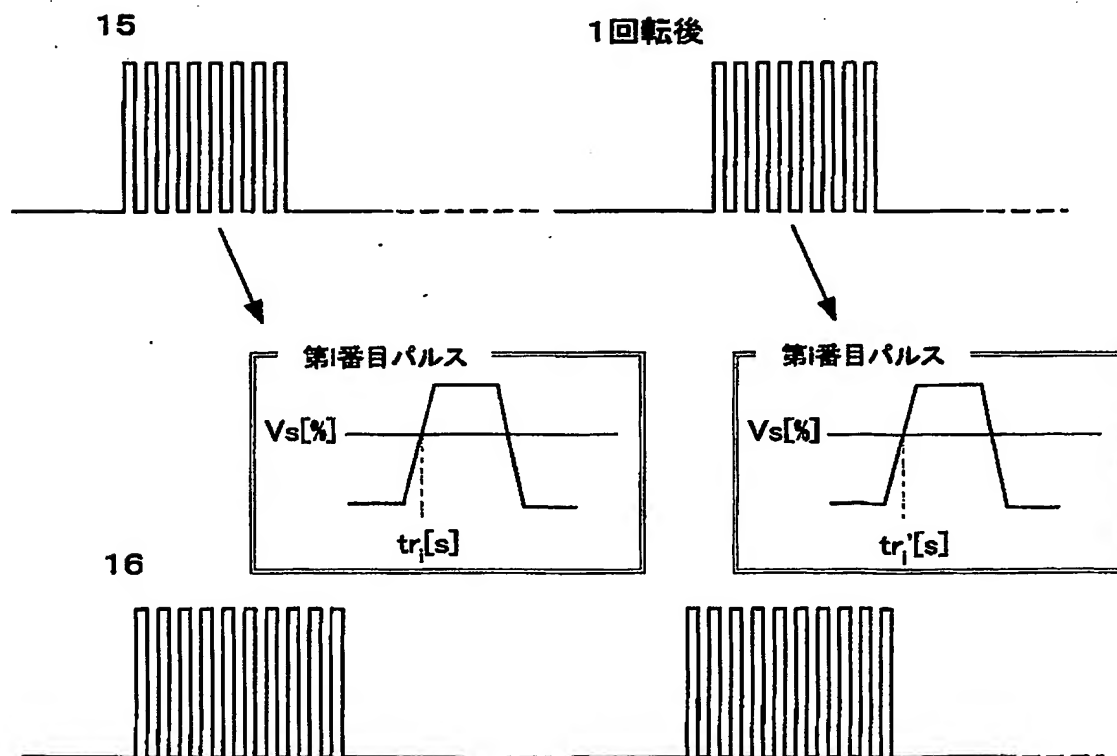
1…第1パルス光照射装置、2…第2パルス光照射装置、3…第1送信用伝送装置、4…第2送信用伝送装置、5…対象回転体、6…第1反射板、7…第2反射板、8…第1送受信装置、9…第2送受信装置、10…第1受信用伝送装置、11…第2受信用伝送装置、12…第1検知装置、13…第2検知装置、14…信号処理装置、15, 17, 19, 25…第1パルス出力信号、16, 18, 20, 26…第2パルス出力信号、21…第1連続光照射装置、22…第2連続光照射装置、23…第1多重化反射板、24…第2多重化反射板、27…多重送信用伝送装置、28…第3反射板、29…第4反射板、30…第3送受信装置、31…第4送受信装置、32…第5送受信装置、33…第6送受信装置、34…多重受信用伝送装置、35…多重検知装置、36…第1パルス出力信号、37…第2パルス出力信号、38…第3パルス出力信号、39…第4パルス出力信号、40…第5パルス出力信号、41…第6パルス出力信号、51, 52…集束レンズ、53, 54…光検出器、55…制御器、56…オシロスコープ、57…コンピュータ、58…ディスプレイ、59, 60…マークバンド、61…回転体、62, 63…パルス信号。

【書類名】 図面

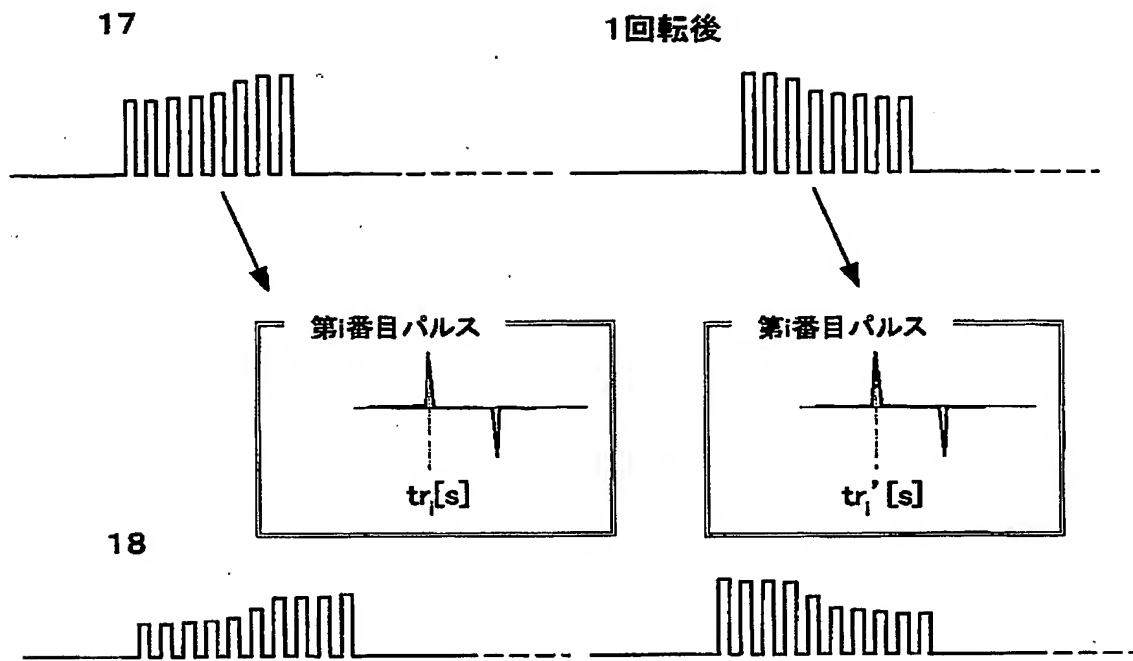
【図1】



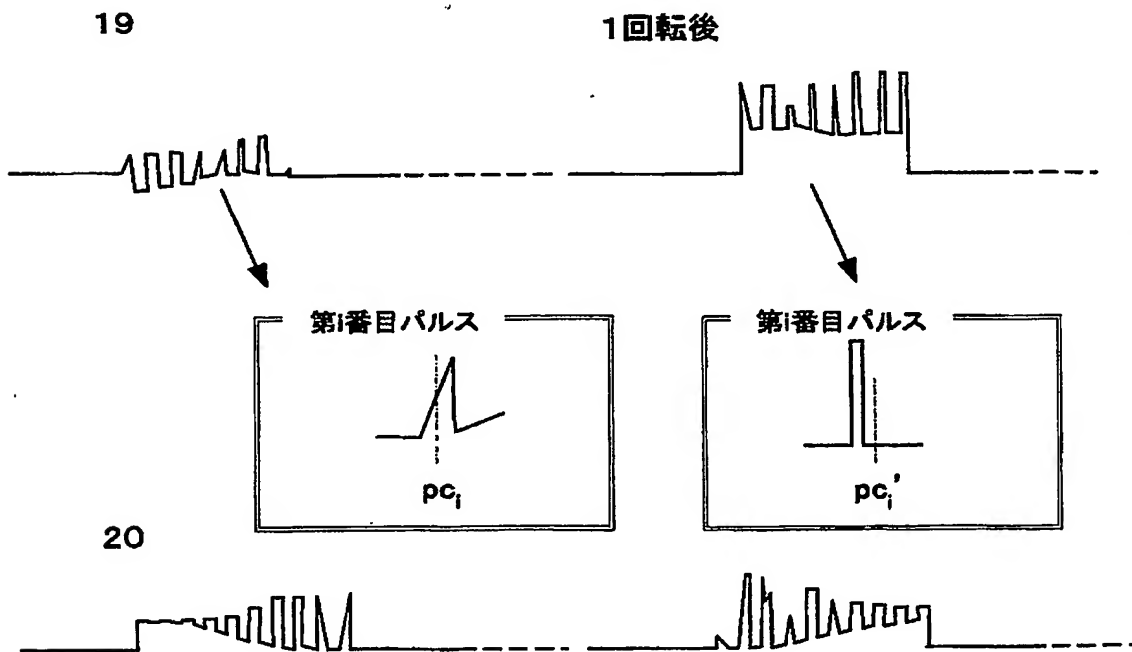
【図2】



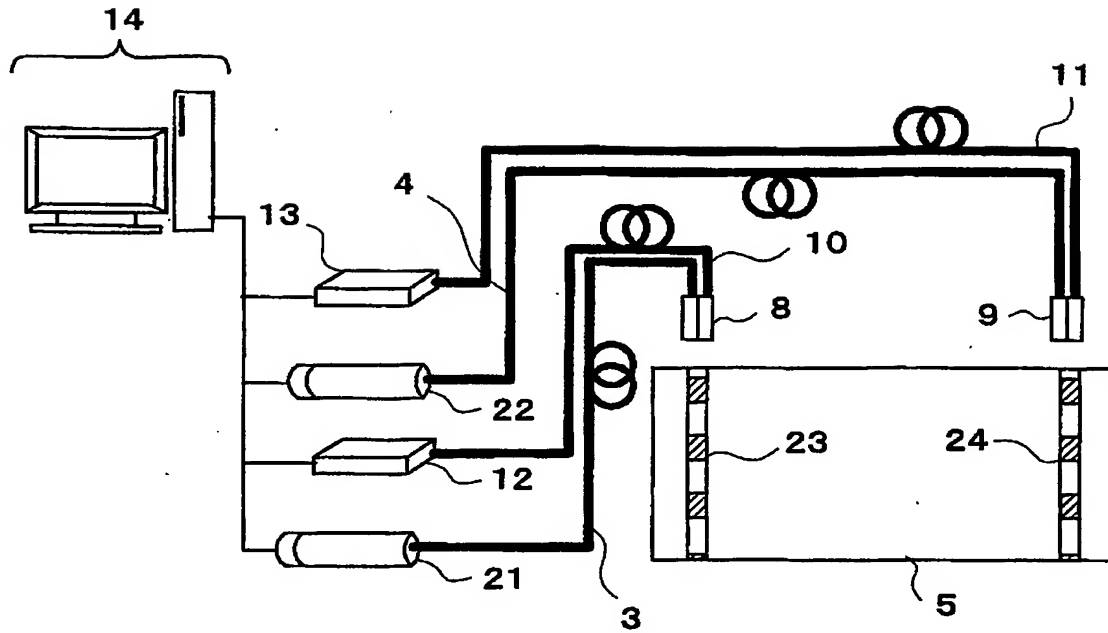
【図3】



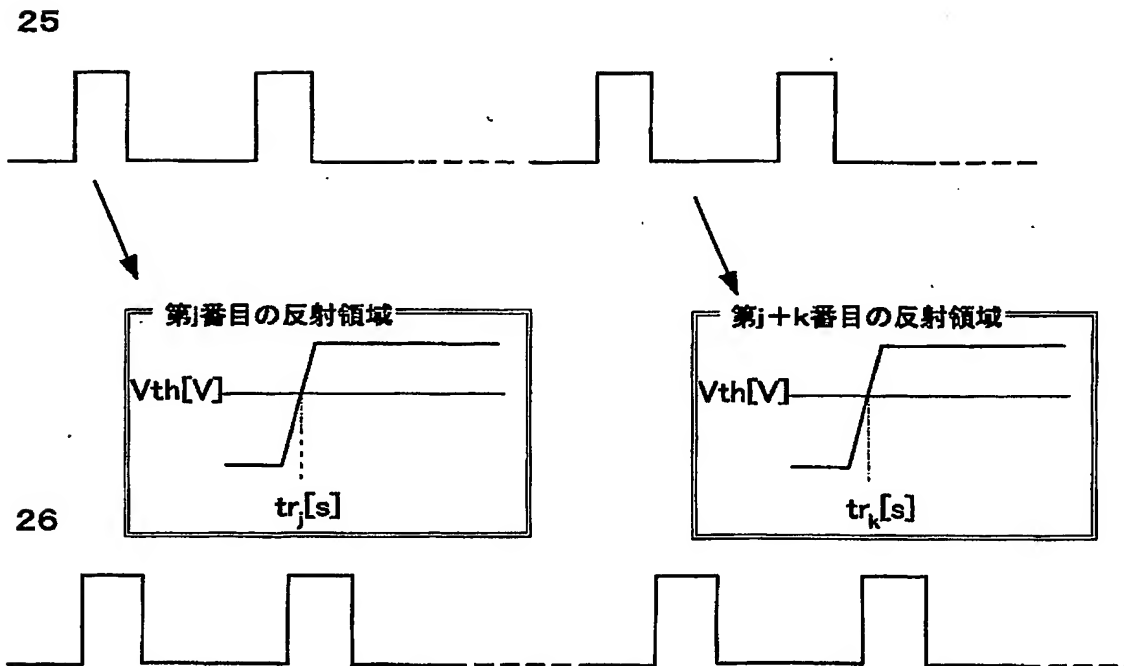
【図4】



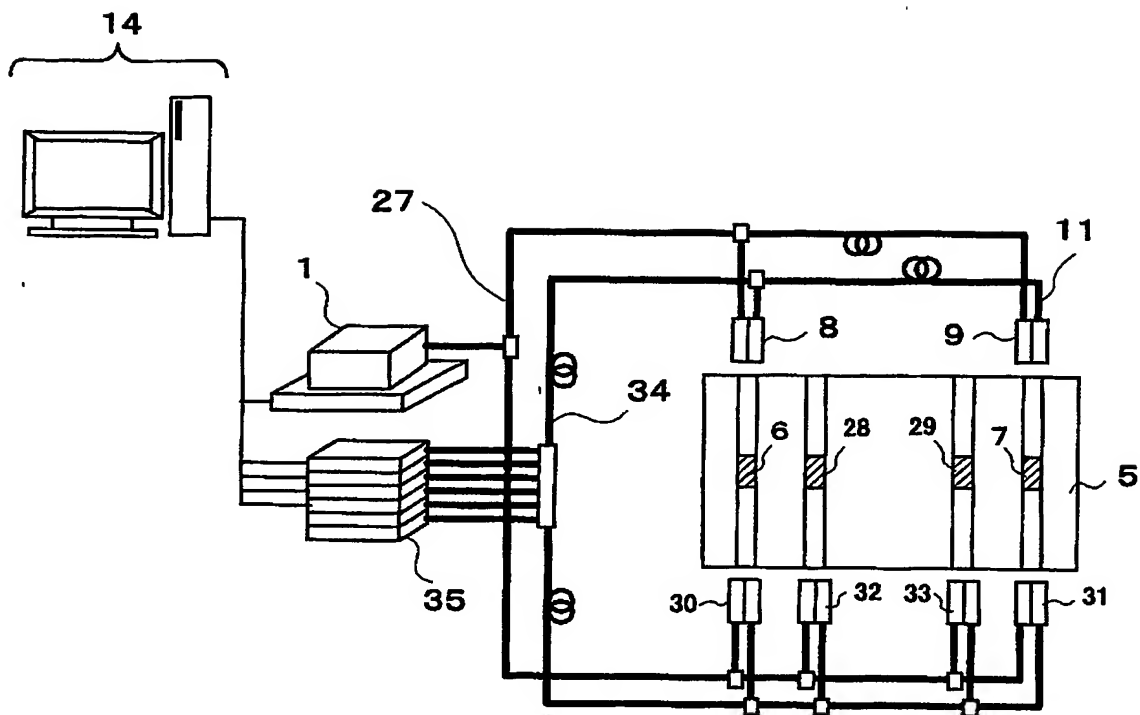
【図5】



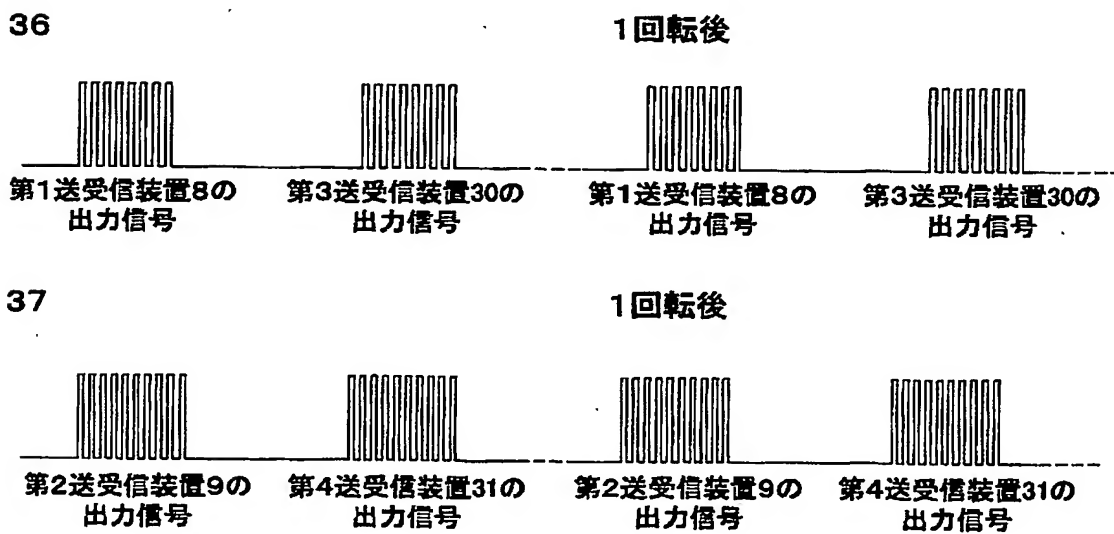
【図6】



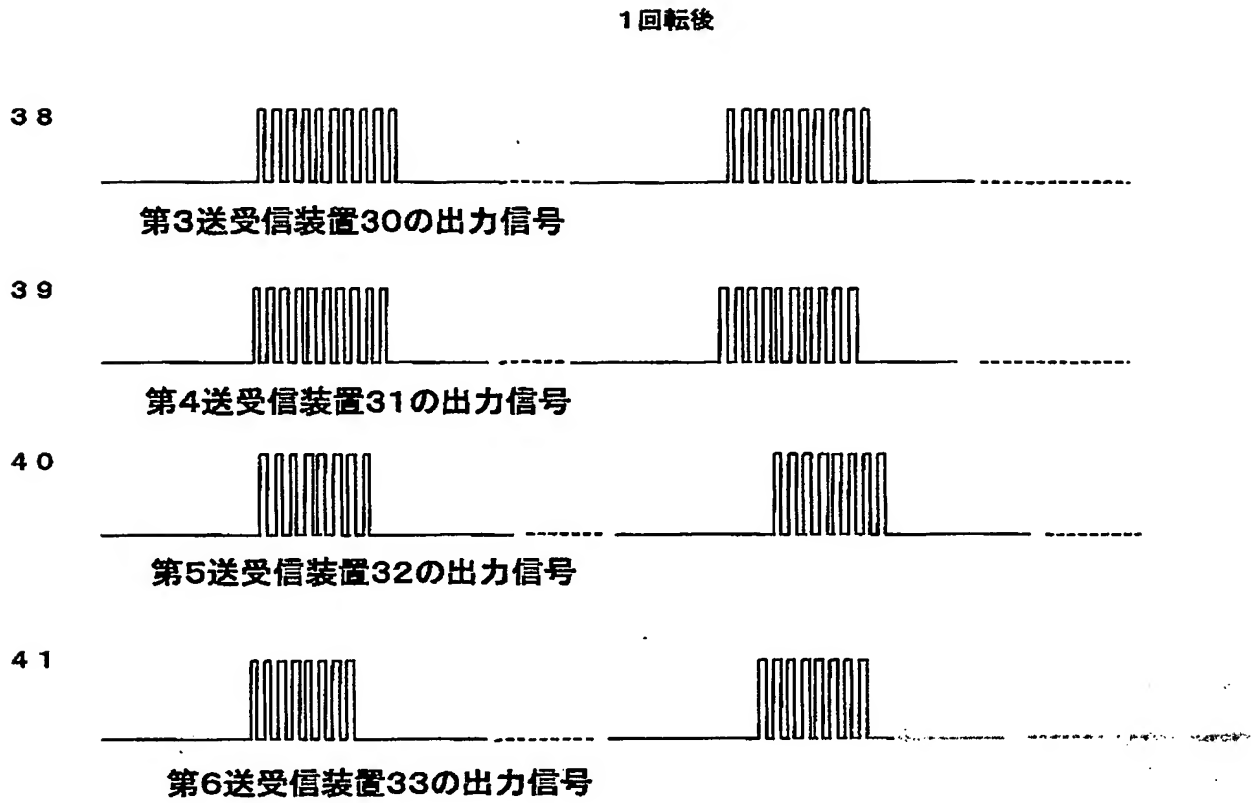
【図 7】



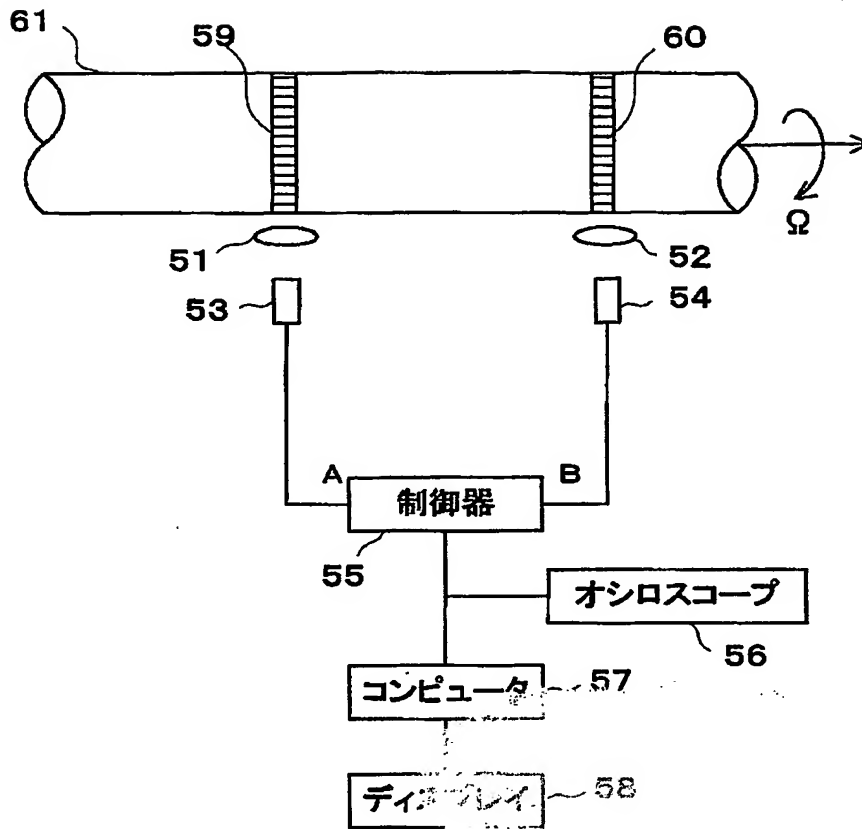
【図 8】



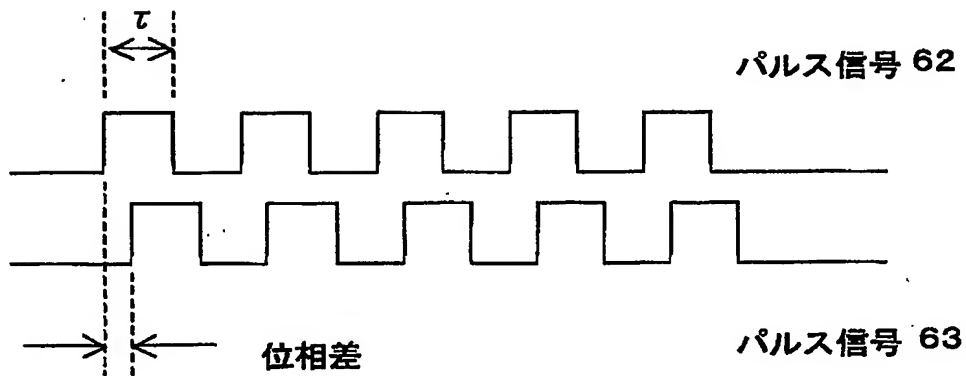
【図 9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】対象回転体の回転軸に軸振動が存在する場合であっても、回転体のねじり振動および回転速度を高精度に計測することが可能なねじり振動計測装置を提供する。

【解決手段】ねじり振動を計測すべき対象回転体 5 の表面に軸方向に所定の距離をおいて設けられた第 1 および第 2 反射手段 6, 7 に照射すべき光線を出射する第 1 および第 2 光照射手段 1, 2 と、前記出射された光線を伝送する第 1 および第 2 送信用伝送手段 3, 4 と、前記伝送された第 1 および第 2 光線を前記第 1 および第 2 反射手段 6, 7 に照射し、前記反射手段 6, 7 による第 1 および第 2 反射パルス光線を受光する第 1 および第 2 送受信手段 8, 9 と、前記受光された第 1 および第 2 反射パルス光線を伝送する第 1 および第 2 受信用伝送手段 10, 11 と、前記伝送された第 1 および第 2 反射パルス光線を検知する第 1 および第 2 検知手段 12, 13 と、第 1 および第 2 検知手段 12, 13 が出力する第 1 および第 2 パルス出力信号を処理して対象回転体のねじり振動周波数を演算する信号処理手段 14 とを備えた構成とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	2001年 7月 2日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名	株式会社東芝